

CORE CATCHER

Publication number: JP8043575 (A)

Publication date: 1996-02-16

Inventor(s): FUKAZAWA MASANORI

Applicant(s): TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:

- **international:** G21C9/016; G21C9/00; (IPC1-7): G21C9/016

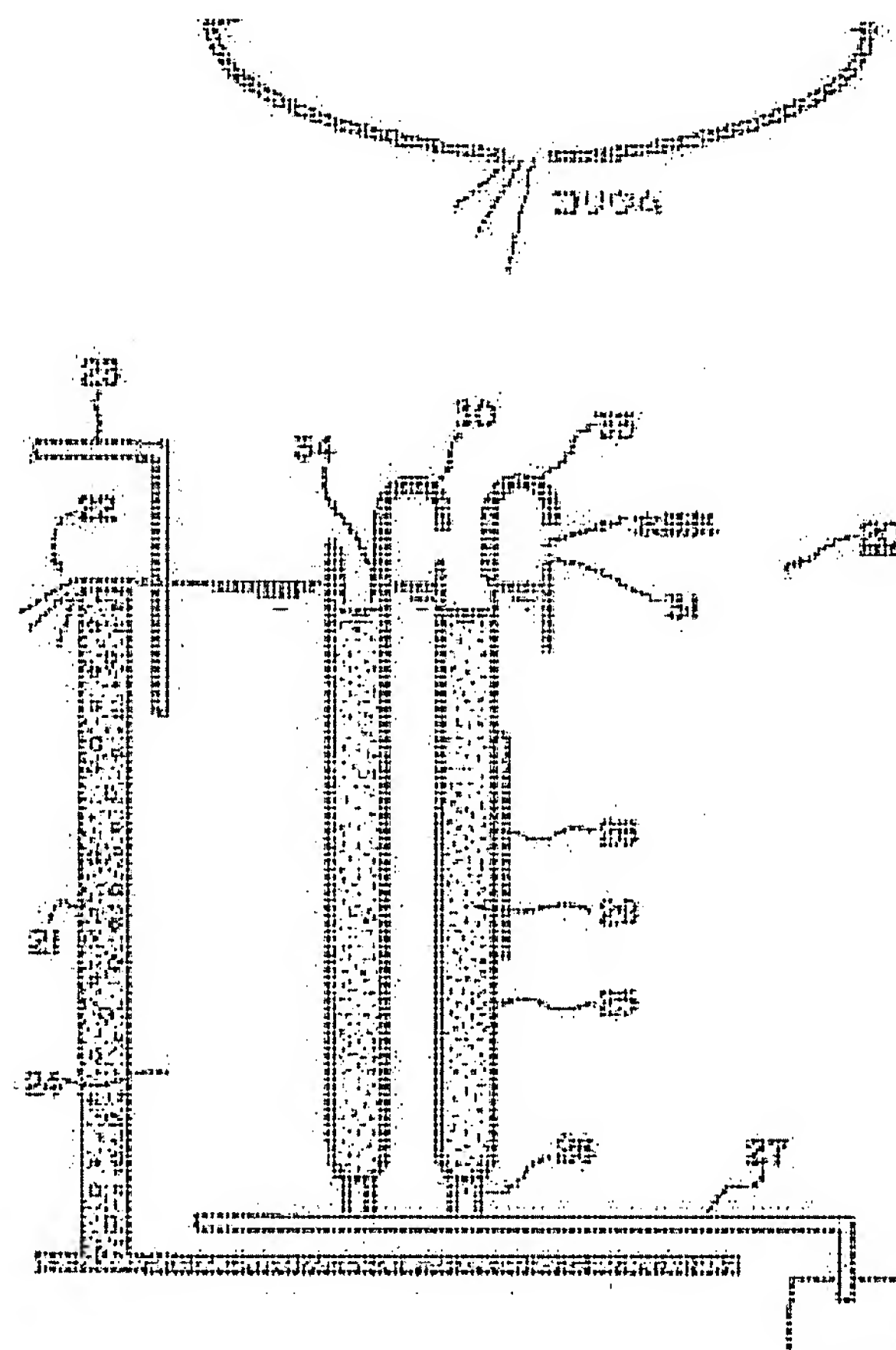
- **European:**

Application number: JP19940178351 19940729

Priority number(s): JP19940178351 19940729

Abstract of JP 8043575 (A)

PURPOSE:To surely catch molten core and prevent steam explosion and the like by filling outside core catcher parts of a plurality of cylinders with bottom with coolant water and discharging water and gas inside through a drain line connected to the bottom of the core catcher part. **CONSTITUTION:**The core catcher 20 is provided below a reactor vessel 3 and coolant pool 22 formed surrounding a weir 21 is provided. Coolant 24 is injected in the pool 22 through an injection line 23. In the pool 22, a plurality of core catcher parts 25 of thin cylinder with bottom are stood and submerged fully in the coolant 24 and the bottom is connected to a drain line 27 by way of thin drain pipes 26. By this, molten core is smoothly guided to the bottom of the catcher parts 25 even with thin catcher parts 25 and steam explosion and the like can be prevented.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-43575

(43)公開日 平成8年(1996)2月16日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 C 9/016		9216-2G	G 2 1 C 9/ 00	H

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-178351

(22)出願日 平成6年(1994)7月29日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 深 沢 正 憲

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会
社東芝研究開発センター内

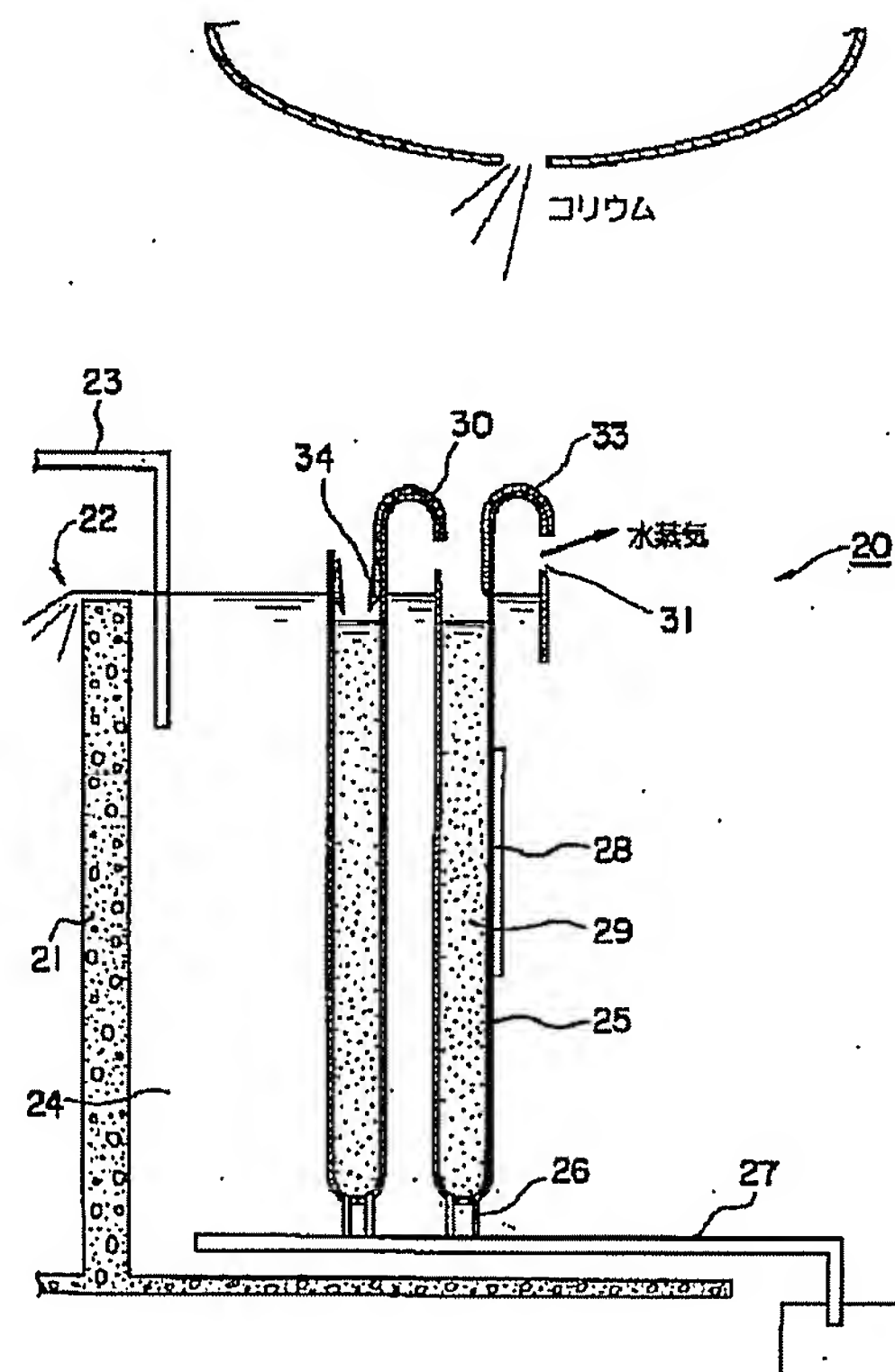
(74)代理人 弁理士 佐藤 一雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 コアキャッチャー

(57)【要約】

【目的】 原子炉圧力容器内が高圧の場合でも、熔融炉心を安全にキャッチするコアキャッチャーを提供する。

【構成】 複数本の有底筒状のコアキャッチ部25と、コアキャッチ部25の外側に満たされた冷却水24と、各コアキャッチ部25の水とガスをドレインするドレインラインとを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】原子炉圧力容器の下方に設置されて熔融炉心をキャッチするコアキャッチャーにおいて、複数本の有底筒状のコアキャッチ部と、これらのコアキャッチ部の外側に満たされた冷却水と、前記各コアキャッチ部の底部に連結されて各コアキャッチ部内の水およびガスをドレインするドレインラインとを具備することを特徴とするコアキャッチャー。

【請求項 2】前記各コアキャッチ部の底部は、ドレイン細管を介してドレインラインに連結されていることを特徴とする請求項 1 記載のコアキャッチャー。

【請求項 3】各コアキャッチ部は、冷却水水位付近で連結部を介し相互に連通され、かつ冷却水の上端は、落下してきた熔融炉心を各コアキャッチ部に導く蒸気ドームでカバーされ、この蒸気ドームは、各コアキャッチ部の冷却により生じた水蒸気を放出する蒸気逃し用開口を有していることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のコアキャッチャー。

【請求項 4】前記連結部および蒸気ドームの熔融炉心と接する面には、断熱層が設けられていることを特徴とする請求項 3 記載のコアキャッチャー。

【請求項 5】前記コアキャッチ部の上方の筒状部分内面に設けられた前記蒸気ドームの断熱層は、その下端部がコアキャッチ部と比較して開口部が狭くなるように内周面が傾斜しており、かつ下端面が開口部で最も低くなるように傾斜していることを特徴とする請求項 4 に記載のコアキャッチャー。

【請求項 6】前記コアキャッチ部の外周面には、熔融炉心冷却用のフィンが設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のコアキャッチャー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、原子炉発電プラント等で用いられるコアキャッチャーに係り、特に原子炉圧力容器内が高圧の場合でも熔融炉心をキャッチし、かつ水蒸気爆発を効果的に防止するコアキャッチャーに関する。

【0002】

【従来の技術】原子炉におけるコアキャッチャーとして現在考えられているものの代表的なものとしては、例えば特公昭 56-51317 号公報に示されているものがある。

【0003】図 6 および図 7 は、従来のこの種のコアキャッチャーを示すもので、炉構造物 1 内には安全容器 2 が設けられており、この安全容器 2 内には、原子炉圧力容器 3 が設けられている。

【0004】この原子炉圧力容器 3 と安全容器 2 との間には、窒素ガスが充填された空間部 4 があり、この空間部 4 には、冷却材入口側および出口側の各導管 5、6 が

挿通されている。

【0005】前記原子炉圧力容器 3 の上部には、回転プラグ 7 あるいはグリッパ機構（図示せず）等が設けられ、これらの機構等によって炉心部分に燃料 8 が吊下されている。

【0006】この燃料 8 は、炉心構造物 9 中まで挿入されているが、燃料 8 の下部域には、コアキャッチャー 10 が設けられ、このコアキャッチャー 10 は、支持体 11 によって支持されている。

【0007】前記コアキャッチャー 10 は、熔融炉心支持板 12 と、この支持板 12 から立上がり相互に所定間隔をもって配置されるとともに、その頂部 13 が封止された冷却管 14 と、前記支持板 12 上の熔融炉心保持面 15 に熔融落下した燃料 16 が原子炉圧力容器 3 あるいはガードベッセル（図示せず）、安全容器 2 等へ流下するのを防止するための側板 17 とを有している。

【0008】前記各冷却管 14 の頂部 22 直下の周面には、冷却材の蒸気の流出用の開口 18 が穿設され、また前記熔融炉心保持面 15 上には、中性子吸収材 19 が配されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記従来のコアキャッチャー 10 は、原子炉圧力容器 3 内に設置されているため、原子炉圧力容器 3 内の、冷却材が維持されている必要があるとともに、冷却管 14 のピッチを狭くすると、その頂部 13 で固化した炉心により、熔融炉心保持面 15 への炉心の流下および冷却材の循環が妨げられ、適切な冷却ができなくなるおそれがある。

【0010】また、このようなコアキャッチャー 10 を原子炉圧力容器 3 内に設置したとしても、原子炉圧力容器 3 内が高圧のときに原子炉圧力容器 3 が破損した際（高圧シーケンス：熔融炉心、水の放出の後に、高圧水蒸気が噴出する）に発生し得る格納容器直接過熱（DCH：原子炉圧力容器 3 から放出される高速ガスにより、熔融炉心が微細化され格納容器雰囲気へ分散され、大量の水素生成、急激な格納容器内温度上昇をもたらす）あるいは単に熔融炉心コアキャッチャー 10 からの放出を防止できない。また、冷却材と熔融炉心との接触により、水蒸気爆発等のおそれもある。

【0011】本発明の目的は、蒸気従来のコアキャッチャーの課題を解決し、原子炉圧力容器内が高圧の場合でも熔融炉心を確実にキャッチでき、また水蒸気爆発等を防止することができるコアキャッチャーを提供することにある。

【0012】また、本発明の他の目的は、熔融炉心の早期固化を図って、熔融炉心のドレインラインへの流出を低減できるコアキャッチャーを提供することにある。

【0013】さらに本発明の他の目的は、コアキャッチ部の冷却を効率的に行うことができるコアキャッチャーを提供することにある。

【0014】本発明のさらに他の目的は、熔融炉心を効率的にコアキャッチ部に導くことができるコアキャッチャーを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため本願請求項1に係るコアキャッチャーは原子炉圧力容器の下方に設置されて熔融炉心をキャッチするコアキャッチャーにおいて、複数本の有底筒状のコアキャッチ部と、これらのコアキャッチ部の外側に満たされた冷却水と、前記各コアキャッチ部の底部に連結されて各コアキャッチ部内の水及ガスをドレインするドレインラインとをそれぞれ設けるようにしたことを特徴とするものである。

【0016】本願請求項2に係るコアキャッチャーは、各コアキャッチ部の底部を、ドレイン細管を介してドレインラインに連結するようにしたことを特徴とするものである。

【0017】本願請求項3に係るコアキャッチャーは、各コアキャッチ部を、冷却水水位付近で連結部を介し相互に連通させ、かつ冷却水の上端を、落下してきた熔融炉心を各コアキャッチ部に導く蒸気ドームでカバーし、この蒸気ドームに、各コアキャッチ部の冷却により生じた水蒸気を放出する蒸気逃し用開口を設けるようにしたことを特徴とするものである。

【0018】本願請求項4に係るコアキャッチャーは、連結部および蒸気ドームの熔融炉心と接する面に、断熱層が設けられるようにしたことを特徴とするものである。

【0019】本願請求項5に係るコアキャッチャーは、コアキャッチ部の上方の筒状部分内面に設けられた前記蒸気ドームの断熱層は、その下端部がコアキャッチ部と比較して開口部が狭くなるように内周面が傾斜しており、かつ下端面が開口部で最も低くなるように傾斜していることを特徴とするものである。

【0020】本願請求項6に係るコアキャッチャーは、コアキャッチ部の外周面には、熔融炉心冷却用のフィンが設けられていることを特徴とするものである。

【0021】

【作用】本発明においては、コアキャッチャーが原子炉圧力容器の下方に設置され、このコアキャッチャーは、複数本のコアキャッチ部と、冷却水とドレインラインとで構成されている。そして、原子炉圧力容器破損用に流出したコアキャッチ部内の水およびガスは、ドレインラインに排出できるので、筒状のコアキャッチ部が細くなっても、熔融炉心をスムーズにコアキャッチ部の底部まで導くことが可能となる。また、原子炉圧力容器から高圧水蒸気が放出されても、コアキャッチ部を細くすることで、コアキャッチ部内の熔融炉心が再放出されることが少なく、熔融炉心をより確実に捕捉することが可能となる。また、コアキャッチ部が細いため、放熱性が良く、コアキャッチ部に鉄等の金属を使用でき、保護シー

ルドなしでも熔融破損することがない。

【0022】また、本発明においては、各コアキャッチ部の底部が、ドレイン細管を介してドレインラインに連結されている。このため、水およびガスの流出にはほとんど影響を与えることなく、熔融炉心をドレイン細管部分で早期に固化でき、熔融炉心のドレインラインへの流出を低減することが可能となる。

【0023】また、本発明においては、各コアキャッチ部が連結部を介して相互に連通され、かつ冷却水の上端は、蒸気ドームでカバーされている。このため、所定位置にのみ集中的に熔融炉心が落下してきた場合でも、各コアキャッチ部で均等に熔融炉心を捕捉することが可能となる。また、蒸気ドームにより熔融炉心が冷却水と直接接触することがなく、しかも水の沸騰により発生した水蒸気は、蒸気逃し用開口から効率的に放出されるので、安定した冷却が可能になる。

【0024】さらに本発明においては、連結部および蒸気ドームの熔融炉心と接する面に断熱層が設けられている。このため、熔融炉心が、連結部上や蒸気ドーム上で固化することがほとんどなく、熔融炉心のほぼ全量をコアキャッチ部で捕捉することが可能となる。

【0025】

【実施例】以下、本発明を図面を参照して説明する。

【0026】図1は、本発明の第1実施例に係るコアキャッチャーを示すもので、このコアキャッチャー20は、原子炉圧力容器3の下方位置に設置されている。

【0027】このコアキャッチャー20は、図1に示すように、周囲が堰21により囲まれて形成される冷却水プール22を備えており、この冷却水プール22内は、注水ライン23から注入される冷却水24によって満たされている。

【0028】この冷却水プ22内には、図1に示すように、有底の細い筒状をなす複数のコアキャッチ部25が、そのほぼ全長を冷却水24内に埋設させた状態で立設されており、その底部は、ドレイン細管26を介してドレインライン27に接続されている。そして、各コアキャッチ部25内の水およびガスは、このドレイン細管26を介しドレインライン27に排出されるようになっている。各コアキャッチ部25の外周面には、図1に示すように、冷却フィン28が設けられている。

【0029】一方、コアキャッチ部25間の冷却水24上端は、図1ないし図3に示すように、熔融炉心29を各コアキャッチ部25に導くための蒸気ドーム30側面の熔融炉心29が侵入しない部位には、蒸気逃し用開口31が設けられている。

【0030】また、前記各コアキャッチ部25は、図3に示すように、冷却水24の水位付近で連結部32により相互に連通しており、一部分に集中して熔融炉心29が落下してきた場合であっても、この連結部32により熔融炉心29を各コアキャッチ部25に分配できるよう

になっている。

【0031】この連結部32の上面および前記蒸気ドーム30の上面には、図1および図2に示すように、断熱層33が形成されており、この断熱層により、熔融炉心29が連結部32上や蒸気ドーム30上で固化するのを防止できるようになっている。

【0032】前記各コアキャッチ部25の上端内周縁部および前記蒸気逃し用開口31の上縁部には、図1および図2に示すように、内面34aがコアキャッチ部25の中心側に向かって傾斜しているとともに先端部34bが

【0033】次に、本実施例の作用について説明する。

【0034】原子炉压力容器3から落下してきた熔融炉心29は、直接あるいは蒸気ドーム30を介し間接的に、各コアキャッチ部25で捕捉されることになるが、原子炉压力容器3の破損前に流出した水およびガスは、ドレイン細管26を介しドレインライン27に排出されるので、コアキャッチ部25が細径であっても、熔融炉*

(解析方法)

円柱状のコアキャッチ部
コアキャッチ部内半径：b
温度： $\theta(r, t)$

(初期条件)

$$\begin{aligned}\theta &= \theta_0 & (0 < r < b) \\ \theta &= 0 & (b < r < a)\end{aligned}$$

熱伝達方程式(円柱)は、次式で与えられる。

【0040】

【数1】

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \kappa \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta}{\partial r} \right)$$

これを変数分離し、半径a(コアキャッチ部外半径)で0とすると、次式が与えられる。

【0041】

$$A_n = \frac{2}{a^2 (J_0'[\alpha_n a])^2} \int_0^b \theta_0 J_0[\alpha_n r] r dr \quad \times 40$$

これより式を整理すると、次式が得られる。

【0043】

$$\theta = \sum_n \frac{2 \theta_0 b J_1[\alpha_n b]}{a^2 (J_1[\alpha_n a])^2 \alpha_n} \exp[-\kappa \alpha_n^2 t] J_0[\alpha_n r] \quad \star$$

本発明者等は、前記式を用い、コアキャッチ部25の内半径10cm、外半径10.5cm(厚さ5mm)と

*心29がスムーズにコアキャッチ部25内を流下し、熔融炉心29を確実に捕捉でき、また熔融炉心と水が接触することはほとんどないので、水蒸気爆発等を防止することができる。

【0035】また、熔融炉心29の落下後、原子炉压力容器3から高圧水蒸気が放出されることになるが、コアキャッチ部25が細いので、コアキャッチ部25内の熔融炉心29が格納容器雰囲気中に再放出される可能性を大幅に低減できる。

【0036】また、コアキャッチ部25が細いので、コアキャッチ部25の放熱性が良く、鉄等の金属を使用でき、保護シールドなしでも熔融破損することがない。

【0037】次に、コアキャッチ部25の温度評価を行なう。

【0038】コアキャッチ部25の熔融が問題となるのは、通常、熔融炉心29中の金属(低融点)が酸化物(高融点)と分離し、固化によるクラストが生成されにくく(クラストが生成されると熱伝達が悪くなる)、コアキャッチ部25への熱伝達が高くなる場合である。

【0039】そこで、ここでは UO_2 の融点の鉄がコアキャッチ部25に捕捉されたときの温度変化を評価する。

コアキャッチ部外半径：a

温度伝導率： κ

境界条件

$$\theta = 0 \quad (r = a)$$

※【数2】

$$\theta = \sum_n A_n \exp[-\kappa \alpha_n^2 t] J_0[\alpha_n r]$$

$$\alpha_n : J_0[\alpha_n a] = 0$$

ここで、Jはベッセル関数である。Anは初期条件から求まり、次式のようなになる。

【0042】

【数3】

★【数4】

し、熔融炉心初期温度に溶解熱を考慮して温度変化を評価し、図4に示す結果を得た。

【0044】図4は、コアキャッチ部25の内側から0.5mmでの温度変化を示すものであるが、図4からも明らかなように、コアキャッチ部25の溶融は0.5mm以下に抑えられることが判る。

【0045】図5は、本発明の第2実施例を示すもので、冷却水プール22に冷却水24を注入する方法として、静的格納容器冷却系40で得られる凝縮水を利用するようにしたものである。

【0046】すなわち、このようにしても冷却水24を安定して得ることができる。冷却水24はこの他、ドライウエルスプレーを冷却水プールに溜めるようにしても確保することができる。

【0047】なお、前記両実施例においては、蒸気逃し用開口31を、蒸気ドーム30の側面に設ける場合について説明したが、各蒸気ドーム30を連結するような形とし、蒸気逃し用開口31を、原子炉压力容器3の破損の際に溶融炉心29および圧力がかからない部位に設けるようにしてもよい。これによれば、より確実に水蒸気を逃すことができる。

【0048】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、各コアキャッチ部内の水およびガスを、ドレインラインに排出できるようにしているので、筒状のコアキャッチ部が細くなっても、溶融炉心をスムーズにコアキャッチ部の底部まで導くことができ、また水蒸気爆発等を防止することができる。

【0049】また、原子炉压力容器から高圧水蒸気が放出されても、コアキャッチ部内の溶融炉心が再放出されることが少なく、溶融炉心をより確実に捕捉することができる。

【0050】また、コアキャッチ部が細いため、その放熱性が良く、コアキャッチ部に鉄等の金属を使用でき、保護シールドなしでも溶融破損することがない。また、既存の設備にも容易に適用できる。

【0051】また本発明は、各コアキャッチ部の底部をドレイン細管を介しドレインラインに連結しているので、溶融炉心のドレインラインへの流出を低減できる。

【0052】また本発明は、各コアキャッチ部を連結部

を介し相互に連通させ、かつ冷却水の上部を蒸気ドームでカバーしているので、溶融炉心を各コアキャッチ部で均等に捕捉することができる。また、蒸気ドームにより溶融炉心が冷却水と直接接触することがなく、しかも水の沸騰により発生した蒸気は、蒸気逃し用開口から効率的に放出できるので、安定した冷却が可能となる。

【0053】さらに本発明は、連結部および蒸気ドームの溶融炉心と接する面に断熱層を設けているので、溶融炉心が連結部や蒸気ドームの上面で固化することがほとんどなく、溶融炉心のほぼ全量をコアキャッチ部で捕捉することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例によるコアキャッチャーを示す構成図。

【図2】本発明のコアキャッチャーの要部を拡大して示した図。

【図3】本発明のコアキャッチャーの頂部平面図。

【図4】コアキャッチ部の温度変化を示すグラフ。

【図5】本発明の第2実施例の構成を概略示した図。

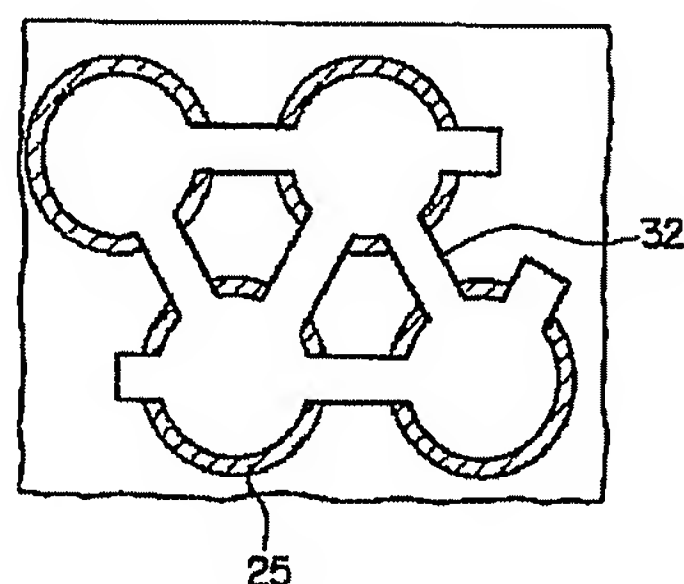
【図6】従来のコアキャッチャーを示す構成図。

【図7】従来のコアキャッチャーの要部を拡大して示した図。

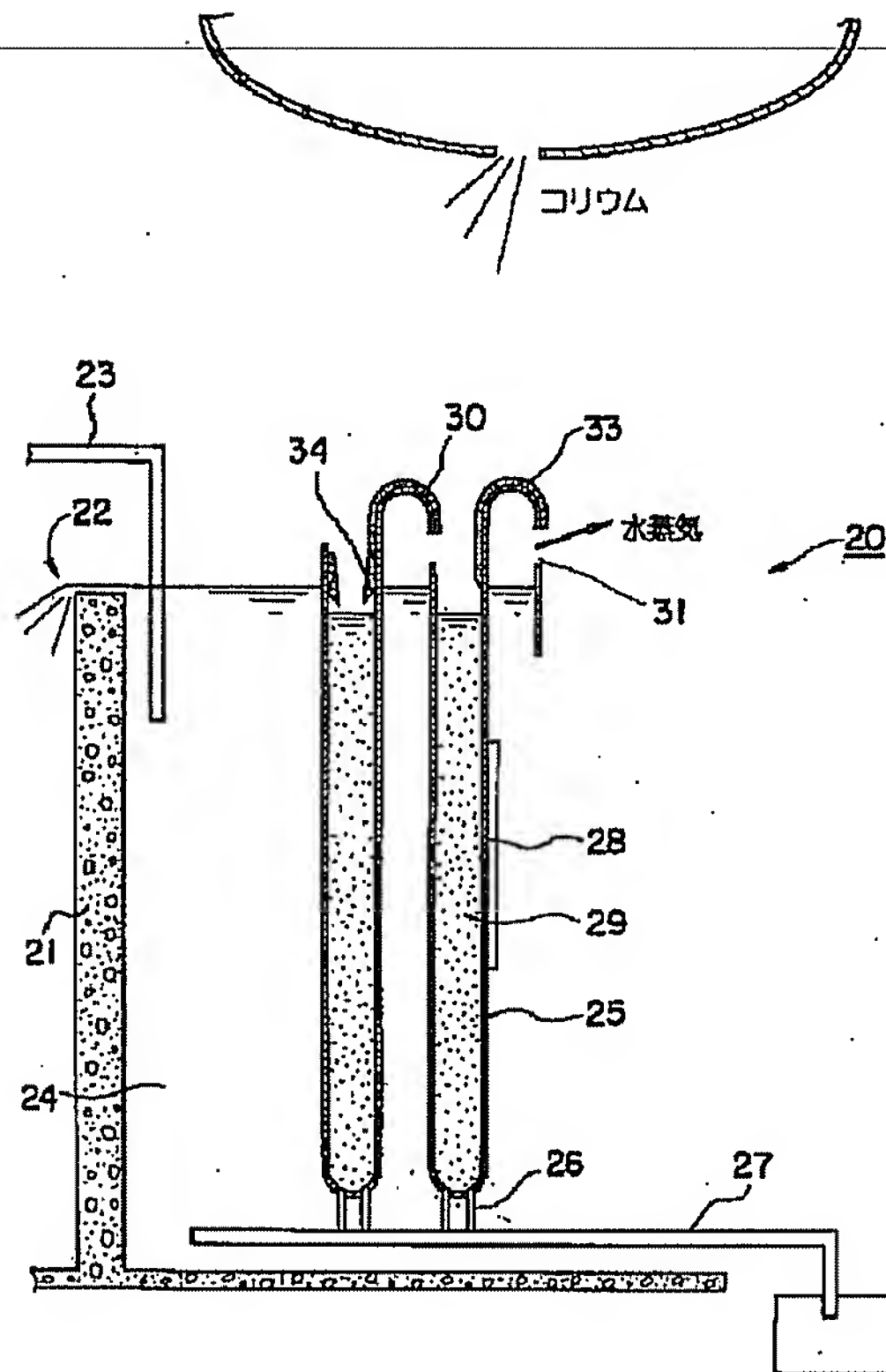
【符号の説明】

- 3 原子炉压力容器
- 20 コアキャッチャー
- 22 冷却水プール
- 24 冷却水
- 25 コアキャッチ部
- 26 ドレイン細管
- 27 ドレインライン
- 28 冷却フィン
- 29 溶融炉心
- 30 蒸気ドーム
- 31 蒸気逃し用開口
- 32 連結部
- 33 断熱層
- 34 案内材

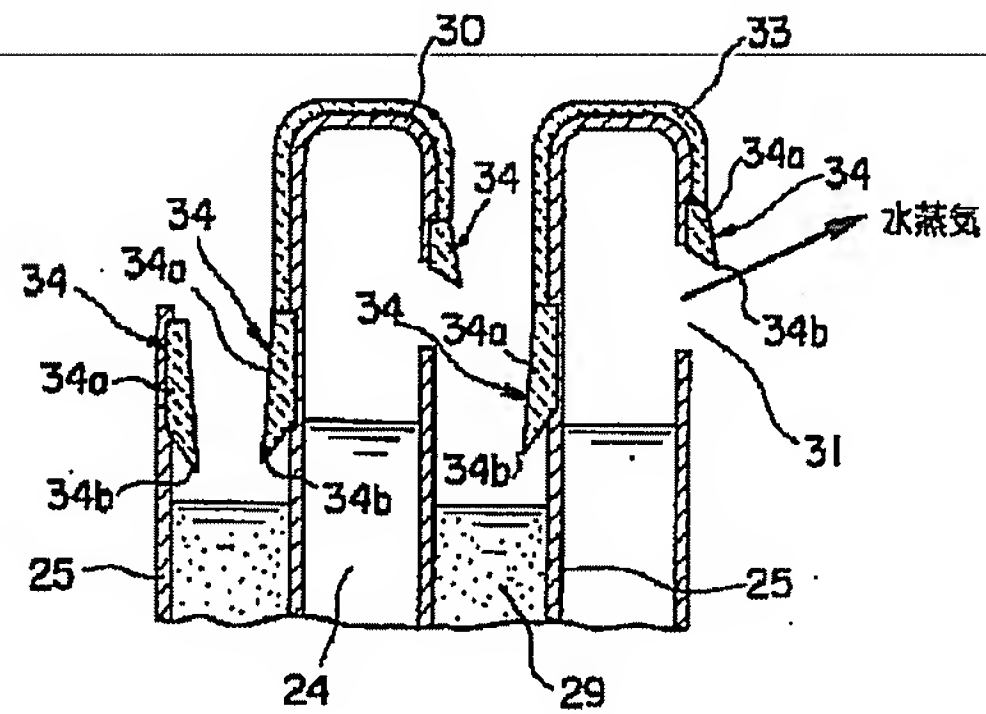
【図3】



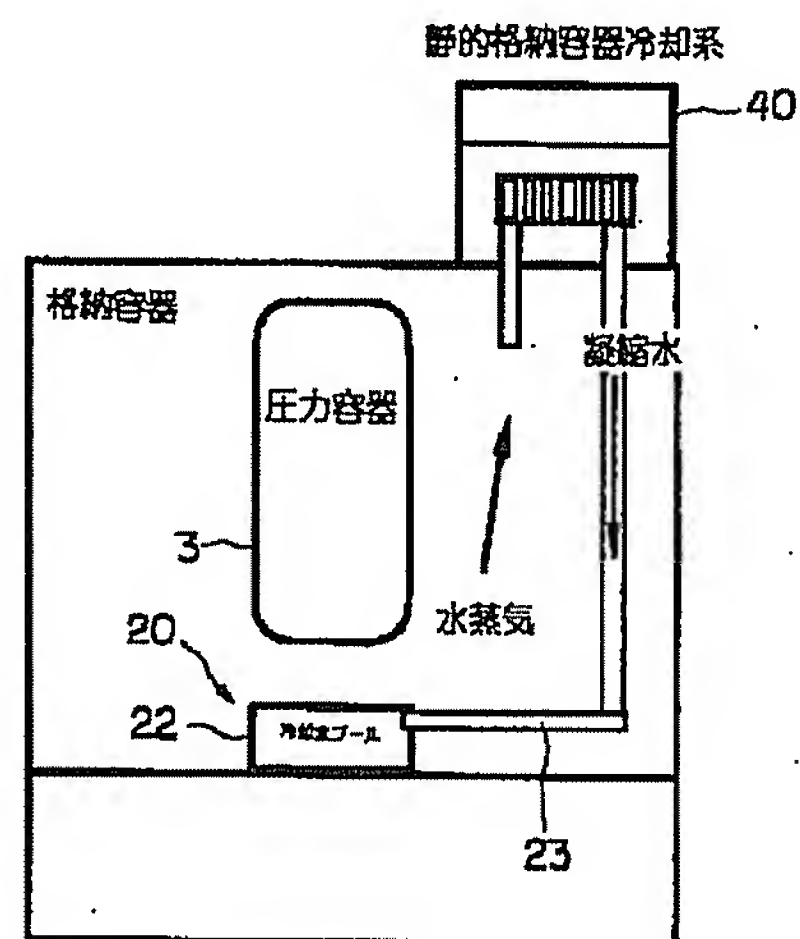
【図1】



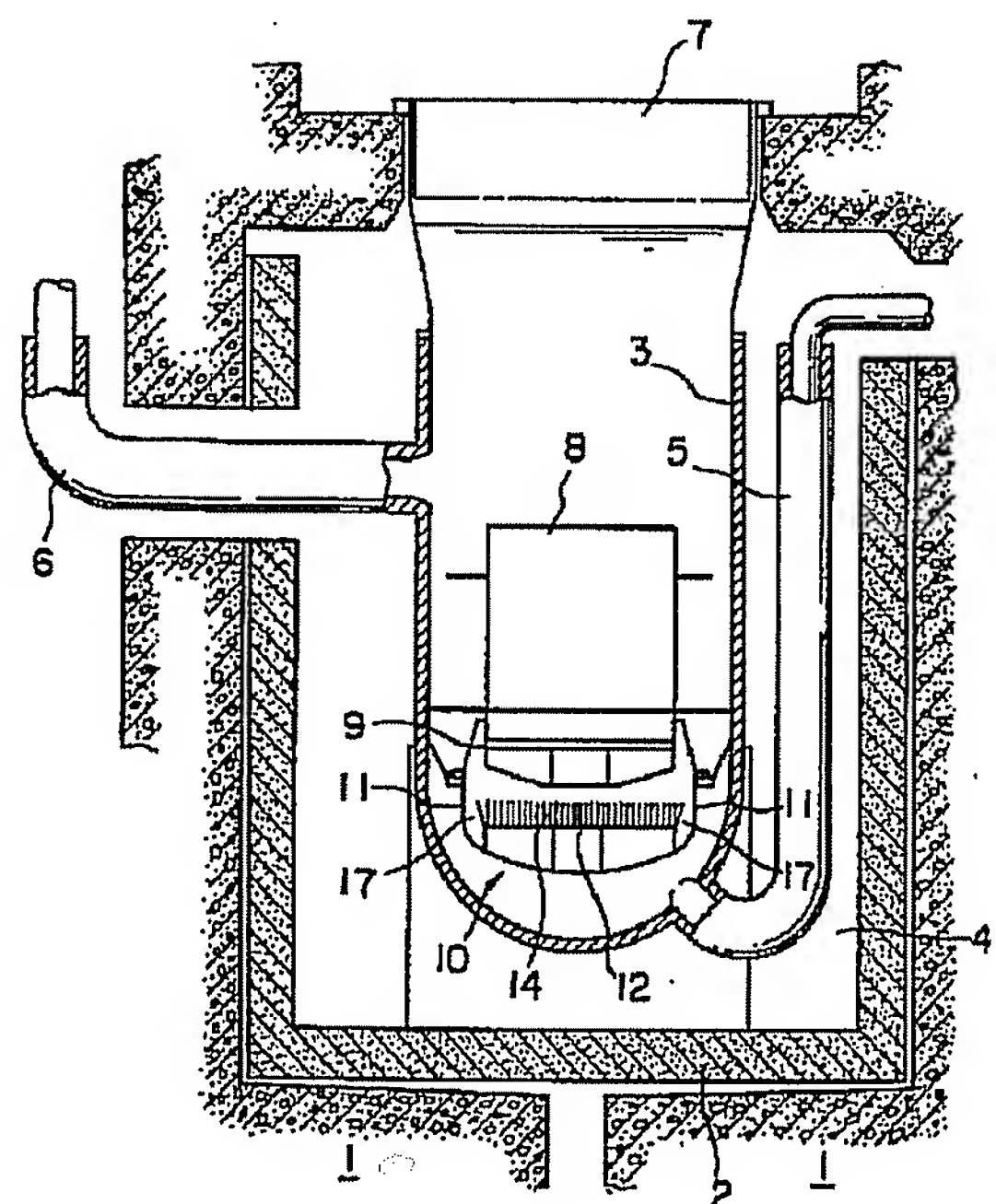
【図2】



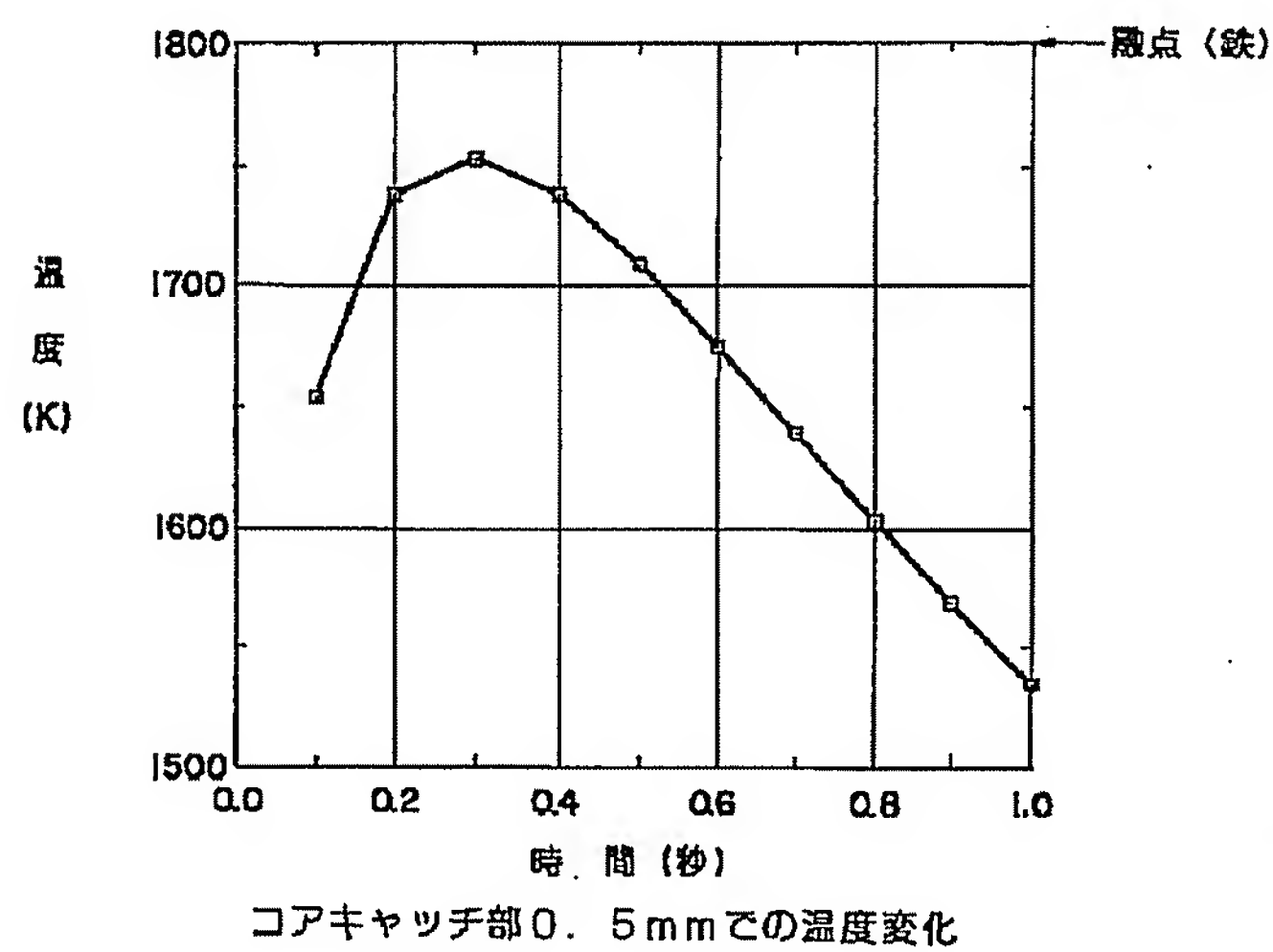
【図5】



【図6】

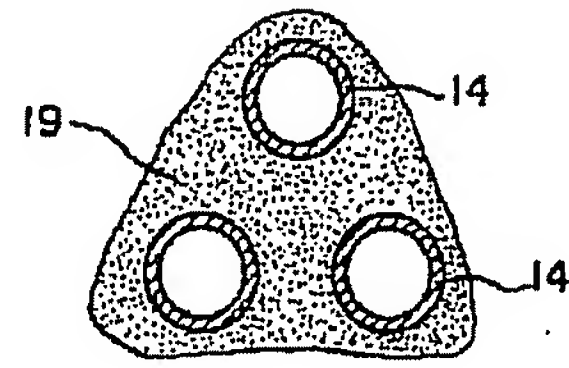


【図4】



【図7】

(a)



(b)

